



Investigação e Inovação Responsáveis em contexto educativo: perceções de alunos e professores quanto às potencialidades e limitações das atividades propostas no âmbito do Projeto IRRESISTIBLE

Research and Responsible Innovation in educational context: potentialities and limitations of the activities proposed within the scope of the IRRESISTIBLE project

Patrícia Fialho Azinhaga

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
patricia.azinhaga@campus.ul.pt

Ana Rita Marques

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
arlm@campus.ul.pt

Pedro Reis

Instituto de Educação da Universidade de Lisboa
preis@ie.ulisboa.pt

Resumo:

O Projeto IRRESISTIBLE surge com o intuito de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis. O projeto visa o desenvolvimento, em sala de aula, de módulos sobre temas científicos relevantes, desenhados segundo a abordagem Inquiry Based Science Education. Tendo como finalidade conhecer as perceções de alunos e professores quanto às potencialidades e limitações das atividades sobre tópicos científicos segundo uma perspetiva de Inovação e Investigação Responsáveis em contexto sala de aula, foram realizadas entrevistas semiestruturadas aos alunos e professores envolvidos na implementação dos módulos desenvolvidos pelo parceiro português, cujas transcrições se submeteram a análise de conteúdo. Recorreu-se ainda a um questionário do tipo Likert para medir as atitudes dos alunos acerca da investigação e inovação na sociedade atual.

Palavras-chave: Projeto IRRESISTIBLE; Investigação e Inovação Responsáveis; IBSE.

Abstract:

The IRRESISTIBLE Project exists in order to involve teachers, students and general public in the process of Responsible Research and Innovation. The project aims to develop in-class modules on relevant scientific topics designed according to Inquiry Based Science Education. The project aims to gather students' and teachers' perceptions regarding the possibilities and limitations of activities on scientific topics following a perspective of Responsible Research and Innovation, in the classroom context. For that purpose, students and teachers, involved in the implementation of the modules developed by the Portuguese partner, were subjected to semi-structured interviews, which were then transcribed and submitted to content analysis. A Likert-scale questionnaire was also applied to students in order



to measure their attitudes towards research and innovation in today's society.

Key-words: IRRESISTIBLE project; Responsible Research and Innovation; IBSE.

Résumé

Le projet IRRESISTIBLE a surgi de façon à impliquer les enseignants, les étudiants et le public dans le processus de la recherche et de l'innovation responsables. Le projet vise à développer, en salle de classe, des modules sur les thèmes scientifiques pertinents conçus selon l'approche - Inquiry Based Science Education. Dans le but de connaître les perceptions des étudiants et des enseignants en ce qui concerne le potentiel et les limites des activités sur des sujets scientifiques selon la perspective d'innovation et de la recherche responsables, dans le contexte de salle de classe, des entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès d'élèves et d'enseignants impliqués dans la mise en œuvre des modules développés par le partenaire portugais, dont les transcriptions ont été soumis à l'analyse de contenu. Un questionnaire de type Likert a également été appliqué pour mesurer les attitudes des étudiants concernant la recherche et l'innovation dans la société actuelle.

Mots-clés: Projet IRRESISTIBLE; Recherche et Innovation Responsables; IBSE.

Introdução

A Investigação e a Inovação têm vindo a transformar o mundo em que vivemos. Dos telemóveis à Internet, passando pelos mais recentes tratamentos no combate a determinadas doenças, como o cancro, a ciência e a tecnologia têm o potencial de mudar as nossas vidas. Contudo, além de promoverem desenvolvimento, criam também novos riscos e dilemas éticos, tais como a sustentabilidade do planeta, a segurança dos recursos, o envelhecimento saudável e a saúde global. Desta forma a responsabilização pelos desenvolvimentos que afetam profundamente a vida da sociedade não diz apenas respeito à ciência e aos cientistas mas a todos os atores sociais. O rumo e os objetivos da investigação e inovação, a distribuição dos seus resultados (tanto positivos como negativos), o uso de novas tecnologias e o foco na resolução de problemas prementes são questões que todos nós, como Sociedade, temos de discutir e decidir em conjunto.

A ideia de Investigação e Inovação Responsáveis (RRI do inglês "responsible research and innovation") procura assim trazer a debate estas questões, antecipar consequências e rumos da investigação e inovação (Taebi, Correlje, Cuppen, Dignum, & Pesch 2014; Von Schomberg 2013; Sutcliffe 2011), e colocar a Sociedade a discutir como a ciência e a tecnologia podem ajudar a promover o mundo e o futuro que desejamos. Neste sentido, a União Europeia, com vista a aproximar a ciência dos cidadãos tem vindo a focar a sua atenção na Investigação e Inovação Responsáveis (Comissão Europeia, 2012). Para tal, é fundamental a participação conjunta e inclusiva de todos os atores sociais nos processos e produtos da investigação e inovação para que estes estejam de acordo com os valores, necessidades e expectativas da sociedade (Taebi et al. 2014; Sutcliffe 2011).



Contextualização teórica

O conceito de Investigação e Inovação Responsáveis é recente e encontra-se ainda em evolução (Sutcliffe, 2011). Von Schomberg (2011, 2013) define Investigação e Inovação Responsáveis como um processo transparente e interativo pelo qual atores sociais e inovadores se tornam mutuamente responsáveis com vista à aceitabilidade, sustentabilidade e desejabilidade social do processo de inovação e dos seus produtos, de modo a permitir a incorporação adequada dos avanços científicos e tecnológicos na sociedade. Para Stilgoe, Owen e Macnaghten (2013) o conceito de Investigação e Inovação Responsáveis tem um carácter mais amplo, significando para os autores um "cuidar do futuro através de coordenação e colaboração coletiva da ciência e inovação no presente".

Hilary Sutcliffe (2013) define, no seu relatório sobre Investigação e Inovação Responsáveis, as seguintes dimensões: a) Envolvimento – participação conjunta de investigadores, indústria e sociedade civil no processo de investigação e inovação; b) Igualdade de género – desbloquear todo o potencial da sociedade; c) Educação científica – educação criativa capaz de responder às necessidades futuras da sociedade; d) Ética – assegurar uma maior relevância e aceitação social dos resultados da investigação e inovação; e) Livre acesso – acesso livre e online aos resultados da investigação financiada publicamente, e f) Governação – os decisores políticos são responsáveis pelo desenvolvimento de modelos harmoniosos para uma Investigação e Inovação Responsáveis.

Para uma efetiva Investigação e Inovação Responsáveis é fundamental desenvolver uma estratégia apropriada de envolvimento inovador e mutuamente proveitoso dos diferentes grupos que fazem parte do público (Sutcliffe, 2013). A comunidade escolar – alunos, professores e demais envolvidos – é um dos grupos públicos de grande potencial na prática e disseminação da Investigação e Inovação Responsáveis pelo facto de envolver jovens, adultos, formadores, e pela sua ligação a diversos componentes da governação.

O projecto IRRESISTIBLE

O projeto IRRESISTIBLE¹ – Including Responsible Research and Innovation in cutting-edge Science and Inquiry-based Science Education to improve Teacher's Ability of Bridging Learning Environment – surge com o intuito de envolver professores, alunos e o público no processo de Investigação e Inovação Responsáveis.

O projeto parte de uma abordagem que combina a educação formal (escola) e informal (centros e museus de ciência) tendo em vista a introdução de temas científicos de ponta em contexto sala de aula. Tem como finalidade a familiarização dos alunos com a ciência atual, promovendo-se simultaneamente a discussão sobre as questões da Investigação e Inovação Responsáveis.

A promoção de atitudes positivas em relação à Investigação e Inovação Responsáveis junto dos alunos e professores será preconizada através do desenvolvimento de módulos de ensino no âmbito de um tema científico, abordando aspetos da Investigação e Inovação Responsáveis

¹ IRRESISTIBLE is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTIVITY 5.2.2 Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no 612367.



relacionados com esse tema. O projeto promove o desenvolvimento, em sala de aula, dos módulos concebidos pelas Comunidades de Aprendizagem (CdA) do projeto (Loucks-Horsley, Stiles, Mundry, Love, & Hewson, 2010). Cada país envolvido no projeto foi responsável pela conceção de um ou mais módulos de ensino temáticos, testados pelas CdA do país autor (fase I) e dos países parceiros (fase II), sendo a sua implementação avaliada através de estudos de caso. Os módulos produzidos encontram-se disponíveis no website do projeto <http://www.irresistible-project.eu/index.php/>.

As CdA envolvem a participação de professores de ciências, educadores em ciência, cientistas que investigam nas áreas científicas selecionadas para o desenvolvimento dos módulos e especialistas em educação não formal. A CdA Portuguesa é composta por cinco educadores em ciência, quatro cientistas, um especialista em educação não formal e 30 professores de ciências. O contacto com os cientistas participantes na CdA ocorreu através de sessões nas quais os professores puderam construir conhecimento nas diversas áreas científicas.

Módulos de ensino temáticos

Os tópicos abordados nos módulos desenhados pela CdA Portuguesa foram selecionados tendo em conta não apenas a sua atualidade mas também a sua relevância para a sociedade. Dos vários módulos de ensino produzidos, foram selecionados três para testagem - Ciência Polar, Extensão da Plataforma Continental Portuguesa e Geoengenharia do Clima. Após a seleção dos módulos pelos professores, teve lugar a fase de testagem nas escolas, com o apoio da CdA, estando a decorrer o segundo ano de testagem.

Os módulos temáticos abordam aspetos da Investigação e Inovação Responsáveis relativos a um tema científico atual, nomeadamente implicações sociais e ambientais, aspetos éticos, entre outros. Cada módulo, desenhado segundo a abordagem Inquiry Based Science Education, compreende o modelo de ensino dos 5E de Rodger Bybee (2002): *Engage*, *Explore*, *Explain*, *Elaborate* e *Evaluate* e promove o recurso a aplicações da Web 2.0. Ao modelo surgem adicionadas duas etapas – *Exchange* e *Empowerment*, estendendo o modelo de 5E para 7E². Os módulos incluem ainda sugestões metodológicas para os professores sobre a implementação em sala de aula e disponibilizam fontes de informação adicionais sobre o tema (Figura 1). Todos os módulos culminam com uma exposição interativa sobre o tema investigado, planeada pelos alunos, que realce os fenómenos e propriedades mais relevantes do tema científico e aborde as implicações sociais e ambientais, numa perspetiva de Investigação e Inovação Responsáveis.

² O modelo oficial adotado pelo IRRESISTIBLE contempla apenas 6E, sendo que a etapa *Empowerment* foi uma proposta inovadora da equipa portuguesa.



Figura 1. Exemplo de atividades e informação presentes no módulo sobre Ciência Polar.

Metodologia

O presente trabalho apresenta um estudo qualitativo centrado nas percepções dos professores e dos alunos que implementaram os módulos desenvolvidos pela CdA Portuguesa do IRRESISTIBLE relativamente às potencialidades e limitações das atividades presentes nos módulos na promoção de atitudes positivas relativas à IIR e sua relevância. Foi acompanhada a implementação dos módulos selecionados pelos professores da CdA – Ciência Polar e Geoengenharia do Clima – em contexto sala de aula, realizada por cinco professores (quatro desenvolvendo atividades em par disciplinar) e 4 turmas – duas do 8.º ano e duas do 10.º ano de escolaridade de duas escolas distintas. A recolha de dados foi realizada através de entrevistas semi-estruturadas a um grupo de 6 a 10 alunos das turmas envolvidas na implementação dos módulos e respetivos professores, de modo a identificar as suas percepções quanto ao impacto das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento, competências e atitudes relativas à IIR e às dificuldades e limitações sentidas na realização das atividades propostas. As entrevistas realizadas tiveram por base um guião de entrevista previamente construído, estruturado com questões diretas e claramente formuladas, visando a interpretação da situação pelos alunos e professores, permitindo obter redundância na informação (Stake, 2011; Tuckman, 2005). Todas as entrevistas foram gravadas em suporte áudio e transcritas para posterior análise de conteúdo.

O impacto das atividades propostas nos módulos nas atitudes dos alunos relativamente à Investigação e Inovação Responsáveis foi avaliado através de um questionário online (de tipologia Likert) aplicado em dois momentos distintos – pré e pós implementação do módulo. O questionário composto por 25 itens de resposta fechada relativos às expectativas, atitudes e conceções relativamente à IIR (IRRESISTIBLE Description of Work, 2013) foi desenvolvido e validado no âmbito do projeto. No primeiro momento de aplicação do questionário obtiveram-se 82 respostas e no segundo momento de aplicação apenas 30 repostas. Os itens do questionário foram submetidos a uma análise de frequências e percentagem.



Resultados

Apresentam-se e discutem-se os resultados segundo as percepções dos alunos e professores quanto a) ao impacto das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento, competências e atitudes relativas à Investigação e Inovação Responsáveis, e b) às dificuldades e limitações sentidas no desenvolvimento das atividades sobre IIR presentes nos módulos.

Impacte das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de conhecimento

As atividades presentes nos módulos de ensino concebidos no âmbito do IRRESISTIBLE procuram que os alunos investiguem sobre temas científicos atuais perspectivados segundo a Investigação e Inovação Responsáveis, seguindo o modelo IBSE ampliado dos 5E, e construam conhecimento com vista ao planeamento e desenvolvimento de uma exposição interativa com a finalidade de educar a comunidade. Os alunos consideram que as atividades presentes nos módulos promoveram aprendizagens diferentes das que ocorrem usualmente em sala de aula, sobre temas distintos, atuais e pertinentes e reconhecem que as estratégias adotadas lhes permitiram construir conhecimento sobre os temas científicos desenvolvidos nos módulos – Ciência Polar e Geoengenharia do Clima – e sobre o próprio processo de investigação científica.

Aprendi também várias características acerca dos polos que eu não tinha ideia! Até porque muitas vezes quando pensamos nos polos pensamos logo em agrupá-los e que têm coisas muito semelhantes, e no fundo, no fim quando vamos pesquisar acabamos por encontrar características bastante diferentes! Assim como também não tinha a noção de que Portugal estava tão envolvido, como outros países, na Ciência Polar. (Aluno)

Aprendi que a Geoengenharia é a ciência que estuda as alterações climáticas através das novas tecnologias. Aprendemos algumas estratégias que estão a ser sugeridas para serem aplicadas para, pronto...diminuir o aquecimento global. (Aluno)

Aprendemos que um estudo ou uma investigação nem sempre tem os resultados que se esperam e nem sempre se chegam a resultados que contribuem assim muito para o avanço da ciência, mas que podem contribuir para estudos posteriores. (Aluno)

A abordagem à IIR está presente em todos os módulos. Os temas científicos abordados são controversos por se relacionarem com as alterações climáticas atualmente observadas e suas implicações, justificando fortemente a necessidade de uma investigação científica nestes domínios, pautada por princípios de responsabilidade, de modo a alinhar-se com as necessidades da sociedade. Muitos alunos revelaram que a IIR foi uma novidade, evidenciando alguma surpresa, quer para determinados aspetos que conferem responsabilidade a uma investigação, quer para a situação atual relativa a algumas dimensões. Os alunos consideram que as atividades desenvolvidas no âmbito dos módulos lhes permitiram aprender sobre IIR e compreender as diversas dimensões adotadas pelo projeto, bem como a sua importância.

Em relação à IIR aprendemos sobre as 6 dimensões. Não era uma coisa que já tivéssemos ouvido falar. livre acesso é que podemos aceder às pesquisas, às informações para saber isso, pronto. A igualdade de géneros é quando tanto homens como mulheres podem ser cientistas e fazer investigações. A educação em ciências é que temos que ensinar o que sabemos às pessoas para as pessoas poderem ter opinião destes assuntos. E o envolvimento tem a ver com o envolvimento de toda a sociedade nas várias perguntas, por assim dizer, que têm sobre a Geoengenharia. Tem que envolver o povo, para além dos cientistas, o governo, toda a gente mesmo para ter um



pouco da opinião de toda a gente. (Aluno)

...a nível da investigação e inovação responsável, nós até podemos na nossa vida às vezes referir isso numa conversa, mas tenho uma noção muito melhor do que é e de que é necessário ter várias dimensões que devem ser cumpridas para no fim termos uma investigação muito mais responsável! (Aluno)

Por exemplo a questão do livre acesso nos artigos científicos hoje em dia, por exemplo na internet ou em formato digital. Não sabia ou não tinha a noção, vá, que isso fazia parte de um parâmetro para considerar que a investigação era responsável e que a inovação estava a ser ou não responsável, por exemplo. (Aluno)

As mulheres, afinal, são discriminadas! Eu pensava que inicialmente apenas era uma escolha pessoal das mulheres não participar nos projetos, mas tendo em conta isto eu aprendi que se trata de formas de discriminação e não de interesse." – e à dimensão Livre Acesso, com a qual a maioria dos alunos foram confrontados ao tentarem aceder aos artigos que iriam analisar. (Aluno)

As percepções dos professores vão ao encontro das dos alunos, considerando que estes aprenderam. Os professores reconhecem que as atividades propostas nos módulos promovem aprendizagens relativas ao tema científico, ao processo de investigação e ao conceito de IIR, sendo visível a construção de conhecimento sobre os referidos temas nos objetos produzidos para a exposição interativa.

Se não tivesse sido o empenho que eles demonstraram, não seria visível. Mas durante o percurso que fizeram muitas coisas aprenderam principalmente sobre IIR e ciência polar, percebi isso nos produtos que apresentaram na exposição e na forma como os apresentaram. (Professor)

[Aprendizagens dos alunos] "As dimensões. E nota-se nos produtos que eles realizaram na banda desenhada; eles focavam-se um pouco mais nas questões do que era a Geoengenharia e técnicas de Geoengenharia mas depois, quando nós começamos a puxar um pouco mais para as dimensões, eles lembravam-se das discussões que tinham tido e até conseguiram construir perguntas interessantes. (Professor)

Outro ponto a favor é que eles entenderam que a comunidade científica não são meras pessoas fechadas... Eles aprenderam que aquilo que eles fazem, passa cá para fora e que depois tem uma aplicação prática. Ou pode vir a ter uma aplicação prática! Portanto, eu acho que eles aí viram melhor o que é que é o papel de um investigador, de um cientista, vá! (Professor)

Além das aprendizagens realizadas sobre o tema científico e sobre a IIR, os professores consideram também que as atividades presentes nos módulos levam os alunos a desenvolver competências de organização e a tomarem consciência das suas capacidades, referindo como um aspeto a destacar o facto de os alunos terem ficado mais conscientes acerca importância da sua participação.

Eu penso que se eles se voltarem a envolver num projeto com esta dimensão ...que eles não vão ter tanto receio! Da próxima vez que forem já sabem que há várias fases e têm que passar por elas todas, não podem fugir a nenhuma! E vão estar mais focados, vão ter mais iniciativa! – eu pelo menos acredito que sim! Eu acho que eles aprenderam bastante. (Professor)

...Depois eu acho que também perceberam que há várias pessoas envolvidas, portanto, não são só aquelas pessoas fechadas – isso foi a base do nosso trabalho! É os governantes, que têm um papel muito importante; as próprias pessoas, a própria sociedade e eles próprios, que também



poderão participar. Isso é um dos aspetos positivos daquilo que ficou para os alunos. (Professor)

Impacte das atividades propostas nos módulos no desenvolvimento de competências e atitudes relativas à Investigação e Inovação Responsáveis

A partir da análise dos dados obtidos no questionário aplicado aos alunos, pré e pós implementação dos módulos, constata-se que ocorreram mudanças nas atitudes dos alunos relativas às seis dimensões da Investigação e Inovação Responsáveis adotadas pelo projeto, revelando que as atividades propostas nos módulos levaram os alunos a alterar as suas atitudes e/ou concepções. Tais mudanças revelam apropriação de conhecimento e desenvolvimento das competências necessárias a uma verdadeira integração das dimensões da IIR.

Quanto à dimensão *Envolvimento*, verifica-se uma concordância maior pelos alunos após o desenvolvimento do módulo, quando questionados quanto ao *dever dos cientistas ouvirem os diversos atores sociais a fim de decidirem sobre os temas a investigar* (Figura 2A). O mesmo se observa quando questionados se *as organizações de financiamento científico devem consultar os cientistas para decidirem quais os tópicos de investigação a financiar*. No entanto, quando questionados se *os criadores de produtos tecnológicos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos*, embora a maioria das respostas pós módulo manifeste discordância, observa-se uma tendência para o aumento da concordância e um decréscimo na discordância (Figura 2B). Tais resultados poderão dever-se a um conceito mais concreto da necessidade de uma responsabilidade repartida pelos vários atores sociais, promulgada pela IIR. Desta forma, considera-se que as atividades propostas nos módulos parecem promover nos alunos o desenvolvimento de uma noção mais clara e consciente da importância do envolvimento dos vários atores sociais no processo de investigação e inovação.

Relativamente à dimensão *Igualdade de Género*, também se verifica um aumento da concordância pós-módulo. Quando questionados se *os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação* (Figura 2C), verifica-se uma maior concordância pelos alunos após o desenvolvimento do módulo. O mesmo se observa quando questionados se *as mulheres e homens devem ter iguais direitos e responsabilidades na investigação científica*. Tais resultados revelam apropriação desta dimensão pelos alunos, sendo claro que não deve existir qualquer distinção apenas com base no género, desbloqueando-se assim todo o potencial da sociedade.

No que respeita à dimensão *Educação científica*, quando os alunos são questionados sobre se *os cientistas e os industriais que desenvolvem produtos tecnológicos devem partilhar a sua investigação com a comunidade escolar*, a tendência observada é idêntica, existindo uma maior concordância após implementação do módulo. Verifica-se o mesmo quando questionados sobre se *o currículo de ciências deveria incluir tópicos relativos à forma como a ciência resolve os problemas da sociedade* (Figura 2D). Contudo, quando questionados sobre se *os cientistas devem apenas focar-se em realizar investigação científica*, embora a tendência do total de respostas pós módulo seja discordante, verifica-se um aumento na percentagem de respostas concordantes (33,3%) em comparação com as respostas pré módulo (10,8%). As atividades propostas nos módulos parecem fomentar nos alunos uma maior valorização da aproximação da investigação científica e tecnológica à escola e da integração das aplicações da ciência e tecnologia na resolução de problemas no currículo de ciências, promovendo assim uma educação criativa capaz de responder às necessidades futuras



da sociedade. Esta valorização foi também evidente nas entrevistas realizadas, como ilustrado nas palavras dos alunos:

Acho que um aspecto muito positivo foi que tivemos acesso a informação não só de pessoas que trabalham diretamente na área, como as cientistas que vieram aqui e que se disponibilizaram, também os investigadores tivemos acesso aos seus artigos, e o facto de podermos fazer algo diferente e criativo no final! (Aluno)

Quanto à dimensão Ética, é também evidente após a implementação do módulo uma maior concordância pelos alunos quando confrontados com as afirmações: "Ter elevados padrões éticos pode ajudar a garantir resultados de elevada qualidade em ciência e tecnologia" e "Se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cessar." (Figura 2E). A apropriação desta dimeia dos mersas vertentes doizaços e comaprtida pelos vdimensão pelos alunos parece também verificar-se, promovendo-se um entendimento da ética não como uma restrição à investigação e inovação, mas sim como uma forma de garantir resultados de alta qualidade e assegurar uma maior relevância e aceitação social dos resultados da investigação e inovação.

Um aumento da concordância após a implementação do módulo também se verifica no que respeita às afirmações relativas à dimensão Livre acesso. Quando os alunos são confrontados com questões, tais como, *se os cientistas têm a obrigação de tornar disponíveis a todos, os resultados das suas investigações e, se estes devem dispendir parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso* (Figura 2F), os alunos revelam maior concordância nas respostas pós módulo. Contudo quando questionados quanto à *perda de liberdade académica dos cientistas associada à obrigação da divulgação dos detalhes das suas investigações* **não é evidente uma tendência, verificando-se uma percentagem idêntica quanto à concordância (35,8%) e discordância (38,7) nas respostas pós módulo (Figura 2G). Desta forma, a transparência e a acessibilidade de uma investigação (aspetos essenciais da IIR)** são considerados pelos alunos como fatores importantes na investigação e inovação. Parece assim existir uma apropriação desta dimensão pelos alunos. Contudo, os resultados revelam a necessidade de um maior investimento na promoção, em sala de aula, de atividades e sessões de discussão sobre a aparente dicotomia, existente para os alunos, da liberdade científica vs a divulgação dos detalhes de uma investigação, de modo a clarificar-se este aspeto.

Relativamente à dimensão Governança, quando confrontados com as afirmações *"Uma das funções do Governo é prevenir práticas danosas ou não éticas na investigação e inovação"* e *"O Governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros"*, também é notória uma maior concordância dos alunos nas respostas pós módulo (Figura H). Parece existir uma maior consciência dos alunos quanto à responsabilização do Governo e dos decisores políticos de forma a evitar situações nocivas ou antiéticas em investigação e inovação, bem como na necessidade de desenvolver modelos harmoniosos de Investigação e Inovação Responsáveis com integração de todas as outras dimensões.

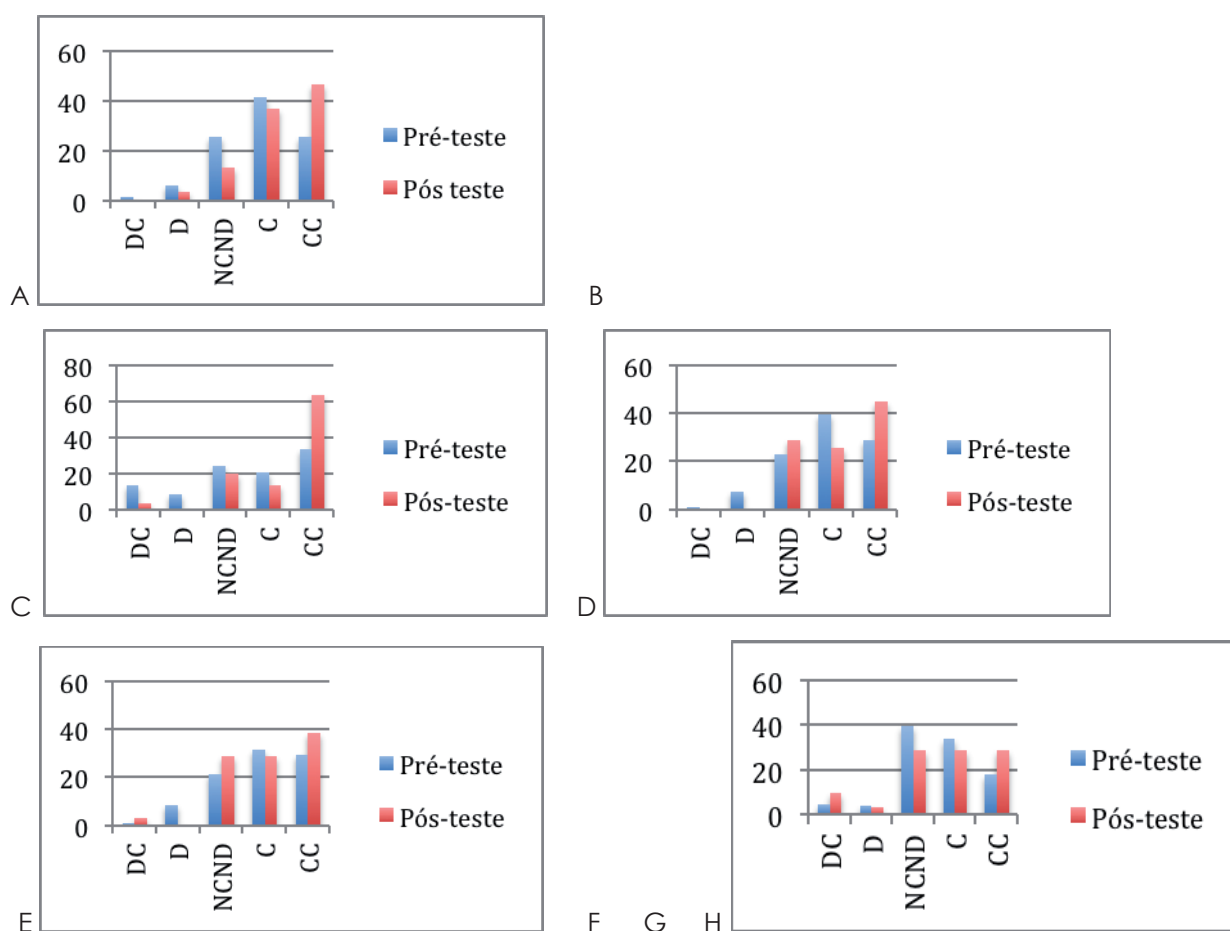


Figura 2. Percentagem correspondente ao nível de concordância manifestada pelos alunos, pré e pós implementação do módulo ($N_{pré}=82$; $N_{pós}=30$), quanto às afirmações: A- De forma a poderem decidir sobre os temas a investigar, os cientistas devem consultar os representantes da comunidade, tais como os cidadãos que trabalham para a proteção da natureza, direitos humanos e direitos do consumidor; B - Os criadores de produtos não têm a necessidade de pensar acerca dos possíveis riscos associados a tais produtos; C - Os cientistas devem tentar equilibrar o número de homens e mulheres nas suas equipas de investigação; D - O currículo de ciências das escolas deve incluir tópicos como o modo como a ciência resolve os problemas da sociedade; E - Se for claro que uma dada investigação comporta implicações negativas ou riscos associados, então os cientistas têm o dever de a cessar; F - Os cientistas devem dispendir parte do seu orçamento para a investigação na divulgação online da sua investigação, de modo gratuito e em livre acesso; G- Quando os cientistas são obrigados a divulgar os detalhes da sua investigação, deixam de ter liberdade académica; H - O Governo não deve determinar quais os tópicos de investigação mais importantes em detrimento de outros. Legenda: DC – Discordo completamente, D – Discordo; NCND – Nem concordo nem discordo; C – Concordo; CC–Concordo completamente.



Dificuldades e limitações sentidas no desenvolvimento das atividades sobre Investigação e Inovação Responsáveis presentes nos módulos

Apesar das potencialidades das atividades propostas nos módulos de ensino temáticos apontadas por alunos e professores, os alunos manifestaram algumas dificuldades e limitações associadas. A novidade e o desconhecimento dos temas científicos abordados e do próprio conceito de IIR constituíram a primeira dificuldade quer para alunos quer para professores. Contudo estas dificuldades foram-se desvanecendo com o desenvolvimento das atividades propostas para a exploração dos temas científicos e com as estratégias desenhadas para a integração da IIR na discussão dos temas e na análise de exemplos concretos, facilitando a compreensão das suas diversas dimensões.

Escolhemos abordar este assunto numa aula de discussão: nós elaboramos algumas questões e depois em aula fizemos uma discussão com base nelas, uma discussão em grande grupos, com as duas professoras. Eu acho que tinha que ser assim porque – eu estou recordada – no início eles nem estavam a querer participar mas a partir do momento em que a Margarida deu um exemplo – já não me lembro se foi sobre a ética...!? Sobre a bomba atômica!... Eu acho que eles com o exemplo perceberam do que é que estávamos a falar e aí começaram a participar e a lembrarem-se, eles próprios, de exemplos. Porque as dimensões, no abstrato, para eles era difícil compreender. Tinham que estar concretizadas na forma de exemplos. (Professor)

A pesquisa e seleção de informação foi também uma dificuldade enunciada pelos alunos, revelando algumas limitações na seleção das fontes de informação e na transposição de uma linguagem complexa para uma linguagem mais simples, a utilizar nos objetos a constar da exposição interativa. Também a gestão do trabalho em grupo, foi sentida como uma dificuldade, aspeto manifestado por alguns alunos; no entanto estas dificuldades acabaram por dissipar-se ao longo do tempo.

Os textos eram muito complexos, muito difíceis de compreender, e foi difícil por numa linguagem mais simples. Eram muito científicos. E foi também difícil saber o que era mais importante e menos importante na pesquisa. (Aluno)

Apesar de as opiniões serem mais divergentes e por vezes ser mais complicado! O facto de as opiniões serem mais divergentes, é gasto mais tempo a tentar planear, a tentar conciliar as opiniões para termos um projeto em que todos gostamos, em que todos queremos participar! (Aluno)

As perceções dos professores relativamente às dificuldades sentidas pelos alunos na realização das atividades propostas nos módulos vai ao encontro das perceções dos próprios alunos. Na opinião dos professores, a etapa de pesquisa representou um desafio para os alunos, tendo sido referido que estes evidenciaram dificuldades a) na organização da informação; b) na distinção entre a informação essencial e a acessória; e c) na compreensão dos conteúdos do tema, em virtude do grande número de fontes de informação disponibilizado:

[Dificuldades dos alunos] Principalmente duas. Seleção da informação essencial e organização pois não estão habituados a este tipo de tarefas. (Professor)

Eles tiveram imensa dificuldade – como têm normalmente! – em distinguir aquilo que é essencial! Acho que foi a principal dificuldade e o tema também não é fácil. Ah! E acho que nós, inicialmente, demos muitas fontes de informação; devíamos ter selecionado – penso eu! Não sei se a P. concorda!? – mas acho que devíamos ter feito uma seleção e escolhido menos e



melhor! Porque acho que eles perderam-se um bocadinho com tanta informação. Eles têm essa dificuldade normalmente. (Professor)

O curto intervalo de tempo para o desenvolvimento de algumas tarefas, em especial a produção dos objetos para a exposição foi ainda mencionado pelos alunos como um aspeto que limitou a concretização plena das ideias iniciais, muitas delas altamente criativas:

E eu acho que o aspecto negativo foi mesmo a falta de tempo! Eu acho que se tivesse começado desde o início do ano teria sido mais fácil. (Aluno)

Os aspectos negativos: foi o tempo e também o curto espaço para realizar as tarefas. Não só a tarefa final mas mesmo as tarefas mais individuais foram todas muito em cima e depois também coincidiram muito com os testes. Então foi complicado! (Aluno)

Tais perceções foram corroboradas pelos professores, que referiram também a dificuldade na gestão do tempo como uma limitação, de modo a assegurar a realização das atividades dos módulos e o cumprimento do programa da disciplina.

"Teria de ter mais tempo para preparar. (Professor)

Conclusões

De acordo com as perceções dos alunos e dos professores envolvidos na implementação dos módulos temáticos desenhados pela CdA Portuguesa no âmbito do IRRESISTIBLE, o desenvolvimento das atividades propostas, fomentou a) a mobilização de conhecimento sobre tópicos científicos atuais e sobre o conceito de IIR e respetivas dimensões, e b) o desenvolvimento de competências e atitudes relativas à IIR. Para os participantes, as diversas atividades dos módulos fomentam a integração das dimensões da IIR nos temas científicos abordados, promovendo a apropriação do conceito e das suas dimensões. Contudo, a introdução e a explicitação do conceito de IIR e das suas dimensões é evidenciada como uma das dificuldades sentidas pelos alunos e professores na implementação dos módulos.

Considera-se assim que a integração de atividades em contexto educativo numa perspetiva de IIR promove um maior conhecimento, atenção e sensibilização nos alunos e professores para a importância da IIR e das suas 6 dimensões. Como tal, as atividades propostas nos módulos concebidos no âmbito do projeto IRRESISTIBLE revelam-se uma estratégia positiva para o envolvimento dos alunos e professores na prática e disseminação da Investigação e Inovação Responsáveis.



Referências

- Bybee, R. W. (2002). *Learning science and the science of learning*. Arlington, VA: NSTA Press.
- European Commission (2012). *Responsible Research and Innovation: Europe's ability to respond to societal challenges*. Luxembourg: Publications Office European Union.
- IRRESISTIBLE project. (2013). *Report summary: Including responsible research and innovation in cutting edge science and inquiry-based science education to improve teacher's ability of bridging learning environments*. Consultado em <http://cordis.europa.eu/docs/results/612/612367/periodic1-summary-of-the-project-final.pdf>
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E., Mundry, S., Love, N., & Hewson, P. W. (2010). *Designing professional development for teachers of science and mathematics (3rd Ed.)*. Thousand Oaks, CA, US: Corwin Press.
- Stake, R. E. (2011). *Pesquisa Qualitativa – Estudando como as coisas funcionam*. Porto Alegre: Penso.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568-1580.
- Sutcliffe, H. (2011). *A report on responsible research and innovation*. Brussels: Matter.
- Taebe, B., Correlje, A., Cuppen, E., Dignum, M., & Pesch, U. (2014). Responsible innovation as an endorsement of public values: The need for interdisciplinary research. *Journal of Responsible Innovation*, 1(1), 118-124.
- Tuckman, B. (2005). *Manual de Investigação em Educação: Como Conceber e Realizar o Processo de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Von Schomberg, R. (2011). Towards responsible research and innovation in the information and communication technologies and security technologies fields. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at SSRN 2436399.
- Von Schomberg, R. (2013). A vision of responsible innovation. In R. Owen, M. Heintz and J Bessant (Eds.), *Responsible Innovation* (pp. 51-74). London: John Wiley, forthcoming.